

# AUGMENTED REALITY & PHYSICAL COMPUTING FÜR INTERAKTIVE INSTALLATIONEN IN MUSEEN

Philipp Jährling<sup>a</sup> und Markus Konrad<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Forschungsgruppe Informations- und Kommunikationsanwendungen (INKA), Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin, Deutschland, philipp.jaehrling@student.htw-berlin.de;

<sup>b</sup>Forschungsgruppe INKA, HTW Berlin, Deutschland, konrad@htw-berlin.de

**KURZDARSTELLUNG:** Im Folgenden wird eine interaktive Installation zur multimedialen Informationsvermittlung in Museen und Ausstellungen vorgestellt, welche sich moderner Interaktions- und Darstellungsmethoden bedient. Die Installation besteht aus einer markerbasierten Augmented Reality Anwendung und kleinen, „intelligenten“ Würfeln mit integrierter Audioausgabe und Beleuchtung. Die Interaktion mit einem solchen Würfel geschieht durch eine Schüttelerkennung und die Stromversorgung wird über kabellose Energieübertragung und einen internen Akku ermöglicht. Eine Testphase im Publikumsbetrieb wurde bereits mit positiven Ergebnissen durchgeführt und zeigt besonders bei Kindern und Jugendlichen ein besonderes Interesse.

## 1. EINFÜHRUNG

Sensor- und bewegungsbasierte Steuerungen für Anwendungen gewinnen immer mehr an Bedeutung. Durch Sensoren in Smartphones und Tablets sowie kamerabasierten Systemen wie der Microsoft Kinect sind diese Ansätze bereits in vielen Bereichen unseres täglichen Lebens zu finden. Auch in Museen können solche Technologien eingesetzt werden, um Besuchern Inhalte interaktiv und spielerisch näher zu bringen. In einer Zusammenarbeit zwischen der *Forschungsgruppe für Informations- und Kommunikationsanwendungen (INKA)* der HTW Berlin und dem *Museum für Islamische Kunst in Berlin* wurde eine interaktive Medieninstallation entwickelt, bei der eine sensor- und bewegungsbasierte Steuerung im Vordergrund steht.

Der erste Teil der Installation ist eine *Augmented Reality (AR)* Anwendung namens „Magischer Spiegel“, welche mit Hilfe von optischen Markern gesteuert wird. Diese sind auf Würfeln gedruckt, welche in die Hand genommen werden können und mit denen der Besucher anschließend vor einen Bildschirm treten kann. Dabei sieht sich der Besucher auf dem Bildschirm mit dem Würfel in der Hand als virtuelles Spiegelbild. Zusätzlich wird der Marker in Echtzeit im Kamerabild erkannt und der computergenerierte Inhalt passend dazu in das virtuelle Bild eingeblendet.

Als zweiter Teil der Installation können die Museumsbesucher mit den Würfeln an sich interagieren. Dazu beinhalten diese eine Platine mit diversen Komponenten, die unter anderem einen Bewegungssensor umfassen. Wird der Würfel geschüttelt, wird eine Audioausgabe gestartet und der Würfel leuchtet auf. Die Audioausgabe, wie auch die Inhalte der AR-Anwendung, beziehen sich auf ein bestimmtes Thema, welches durch den Würfel behandelt wird. Der Ablauf der Besucherinteraktion ist grob in Abb. 1 abgebildet.

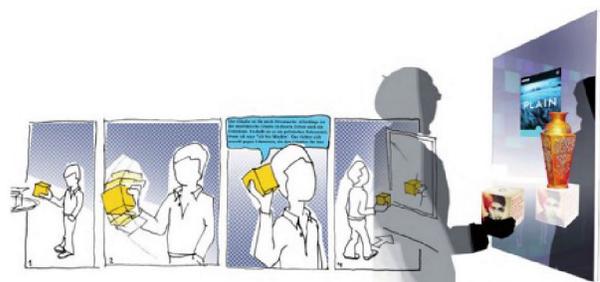


Abb. 1: Benutzerinteraktion

## 2. HAUPTASPEKTE

Die Installation ist modular aufgebaut und besteht aus zwei getrennten Systemen. Diese sind lose über die optischen Marker miteinander gekoppelt.

## 2.1 WÜRFEL

Die Hard- und Software des Würfels hat neben dem Registrieren von Bewegungen auch die Aufgabe, Audiosignale auszugeben und die Beleuchtung der ausgeführten Aktion anzupassen. Dabei muss der gesamte Würfel klein, leicht und bequem mit einer Hand zu halten sein. Die Herausforderungen für die zu entwickelnde Platine bestanden daher primär in folgendem:

- Robustheit – die Elektronik muss auch Stürze überstehen können
- Handhabbarkeit – geringes Gewicht und Größe sowie „steckerloses“ Laden des Akkus
- Energieeffizienz – Stromversorgung über einen kleinen, leichten Akku
- Geringer Materialaufwand – möglichst niedrige Anschaffungskosten und leichter Ersatz

Ein „steckerloses“ Aufladen des Akkus wurde mit Hilfe von verfügbaren Induktionslade-Modulen [1] getestet und für zuverlässig befunden. Derartige Elektronik-Komponenten erlauben die Übertragung von Energie durch elektromagnetische Induktion. Dazu erzeugt eine Senderspule ein elektromagnetisches Feld, welches in einer Empfängerspule einen Strom induziert.

Zunächst wurden Prototypen der Platine auf Basis eines Arduino Mikrokontrollers (MCU) entwickelt [2], um die grundlegenden Funktionsweisen zu implementieren. Sowohl Energieverbrauch als auch die Maße der zu entwickelnden Platine erforderten jedoch den Umstieg auf kleinere MCUs. Dabei kamen Atmel Chips aus der Reihe „ATtiny“ zum Einsatz. Der schematische Aufbau der entwickelten Platine sieht zwei MCUs vor, wie in Abb. 2 zu sehen: MCU 1 analysiert die Daten eines Accelerometers auf wiederholte, starke Richtungsänderungen. Hierbei wird der Betrag des Richtungsvektors aus den drei Achsen des Accelerometers gebildet und mittels eines Schwellwerts starke Ausschläge über einen zeitlichen Verlauf gemessen, um ein Schütteln zu erkennen. Des Weiteren steuert dieser MCU mehrere LEDs an, deren Helligkeit über eine gewisse Zeitspanne

abwechselnd auf- und wieder abnimmt, um einen „Glimm“-Effekt zu erzeugen. Die Helligkeitsänderungen konnten mittels Pulsweitenmodulation realisiert werden [3]. Wird ein Schütteln erkannt, sendet MCU 1 zudem ein Signal an MCU 2, welcher allein für die Wiedergabe einer Audiodatei von einer SD-Karte zuständig ist. Für diesen Zweck wurde ein Open-Source-Projekt für die Audio-wiedergabe auf ATtiny Chips modifiziert [4].

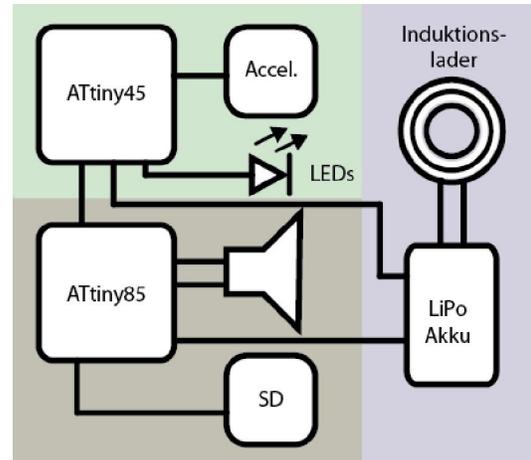


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Platine

## 2.1 AUGMENTED REALITY ANWENDUNG

In einer AR-Anwendung wie der vorliegenden wird anhand von zweidimensionalen Bildinformationen einer Kamera eine virtuelle, dreidimensionale Szene errechnet. Dafür wird aus der (bekannten) Geometrie und Lage eines zu erkennenden, eindeutigen Objekts im Bild (z.B. eines quadratischen Markers) sowie den (ebenfalls bekannten) Kameraparametern auf eine Lage in einem virtuellen 3D-Raum geschlossen [5].

Für die AR-Anwendung „Magischer Spiegel“ bestanden die Herausforderungen darin, dem Nutzer einen möglichst realistischen Eindruck eines „echten“ Spiegels zu geben, welcher zugleich durch dezente Einsatz von AR-Technologie einen Überraschungseffekt erzeugt. Nachdem somit die Neugier des Besuchers geweckt wurde, können durch diesen neuartigen, interaktiven Zugang Informationen zu einzelnen Exponaten vermittelt werden. Diese Inhalte sind den unterschiedlichen Würfeln eindeutig zugeordnet, in dem auf den Würfeln verschiedene Marker angebracht sind,

welche eine eindeutige Ziffer einkodiert haben. Verschiedene Arten von Inhalten sollen dabei dargestellt werden können: statische Bilder und Texte, normale und „hologrammartige“ Videos sowie 3D-Objekte.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, war es wichtig, dass die AR-Anwendung eine flüssige Darstellung eines hochauflösenden Kamerabilds und der Inhalte erreichen kann. Die Markerererkennung musste auch bei schlechten Lichtverhältnissen und schnellen Bewegungen zuverlässig funktionieren.

Es wurden zu diesem Zweck mehrere vorhandene AR-Bibliotheken evaluiert, wobei ARToolKit+ die besten Ergebnisse im vorliegenden Szenario lieferte. Zusätzlich wurden Erweiterungen für eine timeout-basierte Fehlertoleranz sowie für die Interpolation zwischen den letzten berechneten 3D-Positionen und -Rotationen eines erkannten Markers entwickelt. Dadurch wird es ermöglicht, die Inhalte flüssig anzuzeigen, selbst wenn der Nutzer sich stark bewegt, bzw. der Marker für einen kurzen Moment nicht vollständig sichtbar ist.

Die Darstellung des Kamerabilds und der Inhalte wird mittels OpenGL realisiert, um sich die 3D-Beschleunigung zunutze zu machen und somit eine flüssige Echtzeitdarstellung zu ermöglichen. Durch die Nutzung von Alpha-Blending [6, S.113ff] wurde zudem ein „hologrammartiger“ Videoeffekt realisiert, bei dem vergleichbar zu Chroma-Keying eine bestimmte Farbe aus einem Video komplett transparent gezeichnet wird. Alle anderen Farben im Video werden halbtransparent gezeichnet, um den „Hologramm“-Effekt zu verstärken. Somit kann ein vor dem Greenscreen aufgenommenes Interview als virtuelles Hologramm dargestellt werden, wie in Abb. 3 zu sehen.



*Abb. 4: Überdeckungsfehler und Lösung mittels Stencil-Buffer*



*Abb. 3: Anzeige eines hologrammartigen Videos*

Ein Problem bei dieser Art von AR-Anwendung entsteht, wenn der Nutzer den Würfel so neigt, dass dieser das virtuelle, eingebettete Bild überdecken müsste (siehe Abb. 4, links). Da der virtuelle Inhalt aber stets über das Kamerabild gelegt wird, entsteht ein sichtbarer Überdeckungsfehler. Um diesen Fehler zu beseitigen wird in dieser Anwendung der OpenGL Stencil-Buffer [6, S. 555ff] verwendet. Der echte Würfel, dessen Dimensionen durch die Größe des erkannten Markers bekannt sind, wird virtuell nachgebildet und bildet die sogenannte „Stencil-Maske“. Diese definiert, dass an dieser Stelle (d.h. an der Stelle des Würfels) der Hintergrund (d.h. das Kamerabild) dargestellt werden soll, anstatt des virtuellen Inhaltes, wie in Abb. 4 rechts zu sehen. Der Stencil-Buffer wird aktiviert, sobald der Würfel nach oben geneigt wird und damit ein Überdeckungsfehler entstehen könnte.

Die Anwendung wird auf einem großen, hochkant verbauten Display dargestellt und die Aufnahme des Bildes wird durch eine High Definition Webcam realisiert. Beide Geräte werden so verbaut, dass sie nicht direkt als solche zu erkennen sind. Auf diese Weise wird der gewünschte Spiegeleffekt erzeugt.

### 3. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine Installation geschaffen, welche moderne Steuerungssysteme für den Einsatz im Museum kombiniert. Die Verwendung von Bewegungssensoren und von AR-Technologien führt dazu, dass der Museumsbesucher die Informationen interaktiv vermittelt bekommt. Eine im Frühjahr 2014 durchgeführte Evaluierung im

Publikumsbetrieb des Pergamonmuseums verlief erfolgreich und zeigte besonders das große Interesse von Kindern und Jugendlichen an der Installation. Im Oktober wurde die Installation als Teil der Ausstellungen im Mschatta-Saal in Betrieb genommen und die Verwendung in einer weiteren Ausstellung im Pergamonmuseum Berlin ist geplant.

#### 4. DANKSAGUNG

Das Forschungsprojekt MINERVA wird an der HTW Berlin in Kooperation mit dem Museum für Islamische Kunst und dem Computerspielmuseum entwickelt und durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

#### 5. LITERATURHINWEIS

[1] Huwig, D. und Wambsganß P.: Modulares Plattformkonzept für die kontaktlose Übertragung von

Energie und Daten. *Design & Elektronik Entwicklerforum Batterien & Ladekonzepte*, Juni 2008, München.

- [2] Margolis, M.: *Arduino Cookbook*, O'Reilly, 2011.
- [3] Mikrocontroller.net (2014): *LED-Fading* [online], URL: <http://www.mikrocontroller.net/articles/LED-Fading> (7.7.2014).
- [4] ChaN (2009): *Simple SD Audio Player with an 8-pin IC* [online], URL: <http://elm-chan.org/works/sd8p/report.html> (1.7.2014).
- [5] Kato, H. und Billinghurst, M.: Marker Tracking and HMD Calibration for a video-based Augmented Reality Conferencing System. *2nd International Workshop on Augmented Reality*, Okt. 1999, IEEE, 85-94.
- [6] Wright Jr., R.S. und Haemel, N. und Sellers, G. und Lipchak, B.: Blending. In: *OpenGL Superbible*, Addison Wesley